

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5036601号  
(P5036601)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012.9.26)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012.7.13)

(51) Int. Cl. F 1  
**B 6 0 G 17/015 (2006.01)** B 6 0 G 17/015 A  
**B 6 0 G 17/018 (2006.01)** B 6 0 G 17/018

請求項の数 12 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2008-57811 (P2008-57811)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成20年3月7日 (2008.3.7)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2009-214592 (P2009-214592A)	(73) 特許権者	000000011 アイシン精機株式会社
(43) 公開日	平成21年9月24日 (2009.9.24)		愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
審査請求日	平成21年8月21日 (2009.8.21)	(74) 代理人	110000213 特許業務法人プロスペック特許事務所
		(72) 発明者	水田 祐一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	本間 幹彦 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の減衰力制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車体と車輪との間に配設されるショックアブソーバの減衰力を変更制御する車両の減衰力制御装置において、

車両の旋回に伴って変化する所定の物理量を検出する物理量検出手段と、

前記車体の左右方向に発生した実ロール角と前記車体の前後方向に発生した実ピッチ角とを検出する姿勢状態量検出手段と、

前記車体に発生したロール挙動を制御するためのロール角とピッチ角との間の関係を表す目標特性であってロール角の変化に対してピッチ角が二次関数に従って変化する目標特性を前記姿勢状態量検出手段によって検出された前記実ロール角および前記実ピッチ角によって表わされる車両の実特性に応じて変更する目標特性可変係数を計算する目標特性可変係数計算手段と、

前記目標特性可変係数計算手段によって計算された前記目標特性可変係数を用いて、前記目標特性を変更する目標特性変更手段と、

前記目標特性変更手段によって変更された前記目標特性に基づいて、車両の前輪側に配設される左右のショックアブソーバおよび車両の後輪側に配設される左右のショックアブソーバが協働して発生すべき総減衰力を計算する総減衰力計算手段と、

前記総減衰力計算手段によって計算された総減衰力を前記物理量検出手段によって検出された所定の物理量に応じて旋回内側に配設されるショックアブソーバと旋回外側に配設されるショックアブソーバとに分配する総減衰力分配手段と、

10

20

前記総減衰力分配手段によって分配された前記旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力および前記旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力に基づいて、各ショックアブソーバの減衰力を変更制御する減衰力制御手段とを備えたことを特徴とする車両の減衰力制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載した減衰力制御装置において、

前記目標特性可変係数計算手段は、

前記姿勢状態量検出手段によって検出された前記実ロール角および前記実ピッチ角のうち、現在の車両の旋回における最大の実ロール角および最大の实ピッチ角を用いて前記目標特性可変係数を計算することを特徴とする車両の減衰力制御装置。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載した車両の減衰力制御装置において、

前記車体に発生する前後方向の加速度を検出する前後加速度検出手段と、

前記車体に発生する前後方向の加速度と予め定めた関係にあつて、前記車体に発生する実ピッチ角のうち、車両が制動または駆動されることによって発生する前記車体の前後方向における制駆動ピッチ角を、前記前後加速度手段によって検出された前記車体の前後方向の加速度を用いて決定する制駆動ピッチ角決定手段と、

前記制駆動ピッチ角決定手段によって決定された前記制駆動ピッチ角を前記姿勢状態量検出手段によって検出された実ピッチ角から減算して、前記車体に発生する実ピッチ角のうち、車両が旋回することによって発生する前記車体の前後方向における旋回ピッチ角を計算する旋回ピッチ角計算手段とを備え、

20

前記目標特性可変係数計算手段は、

前記旋回ピッチ角計算手段によって計算された前記旋回ピッチ角のうち、現在の車両の旋回における最大の旋回ピッチ角を用いて前記目標特性可変係数を計算することを特徴とする車両の減衰力制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載した車両の減衰力制御装置において、

前記目標特性可変係数計算手段は、

前記物理量検出手段によって検出された前記所定の物理量が予め設定された所定の値以上であるときに、前記目標特性可変係数を計算することを特徴とする車両の減衰力制御装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 に記載した車両の減衰力制御装置において、

車両を旋回させるための運転者による操舵操作によって発生する前記車体の左右方向におけるロール角を推定して計算するロール角推定手段と、

前記車体に発生する上下方向の加速度を検出する上下加速度検出手段とを備え、

前記目標特性可変係数計算手段は、

前記ロール角推定手段によって前記推定されたロール角と前記姿勢状態量検出手段によって検出された前記実ロール角との差分値の絶対値が予め設定された所定の値以上であるとき、または、前記上下加速度検出手段によって検出された前記前記車体の上下方向の加速度の絶対値が予め設定された所定の値以上であるときに、前記目標特性可変係数を計算しないことを特徴とする車両の減衰力制御装置。

40

【請求項 6】

請求項 1 に記載した車両の減衰力制御装置において、

車両が走行を開始して、前記姿勢状態量検出手段によって検出される前記実ロール角および前記実ピッチ角が変化しやすい状況であるか否かを判定する実特性変化判定手段を備え、

前記目標特性変更手段は、

前記実特性変化判定手段によって前記車両の実特性が変化しやすい状況であると判定されると、前記目標特性可変係数計算手段によって計算された前記目標特性可変係数を用い

50

て、前記目標特性を変更する頻度を高めることを特徴とする車両の減衰力制御装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載した車両の減衰力制御装置において、

前記実特性変化判定手段は、

車両のイグニッションスイッチがオン状態とされた後の経過時間が予め設定された所定の経過時間以下のとき、車両のトランクリッドが開閉操作された後に前記目標特性変更手段によって未だ前記目標特性が変更されていないとき、または、車両の乗降ドアが開閉操作された後に前記目標特性変更手段によって未だ前記目標特性が変更されていないときに前記実ロール角および前記実ピッチ角が変化しやすい状況であると判定することを特徴とする車両の減衰力制御装置。

10

【請求項 8】

請求項 1 に記載した車両の減衰力制御装置において、

前記総減衰力分配手段は、

前記総減衰力計算手段によって計算された総減衰力を、前記物理量検出手段によって検出された所定の物理量に比例して、前記旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力が前記旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるように分配することを特徴とする車両の減衰力制御装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載した車両の減衰力制御装置において、

前記総減衰力分配手段は、

前記総減衰力計算手段によって計算された総減衰力を前記旋回内側に配設されるショックアブソーバと前記旋回外側に配設されるショックアブソーバとに均等に分配するとともに、前記物理量検出手段によって検出された所定の物理量と比例関係にある減衰力分配量を、前記旋回内側に配設されるショックアブソーバに加算する一方、前記旋回外側に配設されるショックアブソーバから減算し、前記旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力が前記旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるように分配することを特徴とする車両の減衰力制御装置。

20

【請求項 10】

請求項 1 に記載した車両の減衰力制御装置において、

前記物理量検出手段が検出する所定の物理量は、

車両の旋回に伴って発生する横加速度、車両の旋回に伴って発生するヨーレートおよび運転者によって操作される操舵ハンドルの操作量のうちの少なくとも一つであることを特徴とする車両の減衰力制御装置。

30

【請求項 11】

請求項 1 に記載した車両の減衰力制御装置において、

前記ショックアブソーバは、

電氣的に作動制御されて同ショックアブソーバの減衰力を変更するための電気アクチュエータを備えており、

前記減衰力制御手段は、

前記電気アクチュエータを電氣的に作動制御することにより、各ショックアブソーバの減衰力を変更制御することを特徴とする車両の減衰力制御装置。

40

【請求項 12】

請求項 1 に記載した車両の減衰力制御装置において、

前記総減衰力計算手段は、

前記目標特性変更手段によって変更された前記目標特性に基づいて前記姿勢状態量検出手段によって検出された実ロール角に対する目標ピッチ角を決定するとともに、同決定した目標ピッチ角と前記姿勢状態量検出手段によって検出された実ピッチ角との間の差分値を演算し、

前記実ロール角と前記ピッチ角との間の位相差を同期させて前記車体に発生するロール挙動を制御するために、前記前輪側に配設される左右のショックアブソーバおよび前記後

50

輪側に配設される左右のショックアブソーバが協働して発生すべき総減衰力であって、前記演算した差分値が略「0」となる総減衰力を計算することを特徴とする車両の減衰力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車体と車輪との間に配設されるショックアブソーバの減衰力を変更制御する車両の減衰力制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から車体と車輪との間に配設されるショックアブソーバの減衰力を変更制御する装置および方法は盛んに提案されている。例えば、下記特許文献1には、車体に発生するロールとピッチとの相関関係を考慮したサスペンションの設計指標を提供するサスペンション特性演算方法が示されている。このサスペンション特性演算方法においては、前輪側および後輪側のジオメトリ比例係数とタイヤ横力の二乗との積による前輪側と後輪側の上下力の和としてサスペンションのジオメトリによるピッチモーメントを演算し、減衰力比例係数とロールレートとの積からサスペンションの減衰力によるピッチモーメントを演算するようになっている。そして、この演算した2つのピッチモーメントの和とピッチモーメントに対するピッチ角のゲインおよびピッチ角の位相遅れとの積からピッチ角を演算し、この演算したピッチ角に基づき、ピッチ角とロール角との位相差を演算するようになっている。

【0003】

このようなサスペンション特性演算方法に従ってサスペンションを設計した場合には、例えば、前輪側に配設されたショックアブソーバと後輪側に配設されたショックアブソーバとの間における伸長差または圧縮差を適切に設定することにより、ロールとピッチの発生タイミングを同期させることができる。その結果、操縦安定性を向上させることができる。

【0004】

また、例えば、下記特許文献2には、ステアリングセンサのみで車体のロール方向に合わせたアクティブなロール抑制制御が可能な車両懸架装置が示されている。この車両懸架装置においては、ステアリングセンサによって検出された操舵角が所定の中立しきい値を超えたときは、操舵角速度の方向から判定される車体のロール方向に基づき左右各ショックアブソーバの伸長または圧縮の減衰特性を高め制御するロール制御状態に切り替えるようになっている。そして、その後、操舵の切り返しに対しては、操舵角速度の方向が反転した時点で左右各ショックアブソーバの減衰特性を上記ロール制御状態の減衰特性と逆転させるようになっている。

【0005】

また、下記特許文献3には、急激な操舵によるロールを抑制し、かつ、操舵操作時における乗り心地悪化を防止する車両懸架装置が示されている。この車両懸架装置においては、バネ上上下下速度に基づくパウンスレートと、車体前後のバネ上上下下速度差から検出したピッチレートと、車体左右のバネ上上下下速度差から検出したロールレートとにより制御信号を計算するようになっている。そして、制御信号が所定の大きなしきい値以上のとき、伸長側（操舵方向側）のショックアブソーバの減衰力を大きくするとともに、圧縮側（操舵方向逆側）のショックアブソーバの減衰力を小さくするようになっている。また、制御信号が所定の小さなしきい値以下のとき、伸長側のショックアブソーバの減衰力を小さくするとともに、圧縮側のショックアブソーバの減衰力を大きくするようになっている。

【0006】

さらに、下記特許文献4には、ロール制御によって高速旋回時における乗り心地が悪化することを防止する車両のロール制御装置が示されている。このロール制御装置においては、車両が走行中に受ける横方向重力加速度を検出し、この横方向重力加速度があらかじめ

10

20

30

40

50

め設定されたしきい値を超えたとき、車両のロールを抑える方向にショックアブソーバの減衰力を切り替え制御するようになっている。

【特許文献1】特開2007-8373号公報

【特許文献2】特開平6-99714号公報

【特許文献3】特開平6-48147号公報

【特許文献4】特開平11-245641号公報

【発明の開示】

【0007】

ところで、一般的に、車両旋回時における操縦安定性を確保するためには、上記特許文献1にも示されているように、ロールとピッチの発生タイミングを同期させることが好ましく、さらに、車体が若干前傾となるピッチ角を有することが好ましいといわれている。また、一般的に、車両が旋回するときには、上記特許文献2～4にも示されているように、車両の旋回内側に配設されたショックアブソーバの減衰力を高くするとともに、車両の旋回外側に配設されたショックアブソーバの減衰力を低くして、バネ上(すなわち車体)を沈み込ませるように姿勢が制御される。

10

【0008】

ところが、例えば、上記特許文献1に示されたように、ロールとピッチの発生タイミングを同期させるために、実ロール角の変化に対して実ピッチ角の変化を所定の目標特性に合わせて変化させる場合、旋回状態における実特性によっては実ピッチ角を所定の目標特性に合わせて変化させることができない場合がある。すなわち、実ロール角の変化に対して所定の目標特性に基づいて目標ピッチ角を決定し、上記特許文献2～4に示されたようにショックアブソーバの減衰力を変更制御する場合を想定すると、実特性における実ピッチ角が目標特性における目標ピッチ角に対して常に小さい状態、特に、実ロール角が減少するときの実ピッチ角が目標ピッチ角よりも小さい状態では、ショックアブソーバの減衰力を変更制御しても実ピッチ角を目標ピッチ角まで変更することができない可能性がある。

20

【0009】

具体的に上述の場合を説明すると、一般的に、旋回に伴って発生した車体の実ロール角が旋回の終了に向かって減少する方向に変化している状況では、目標ピッチ角と実ピッチ角の変化傾向は、車体が若干前傾姿勢となるまで減少する傾向となる。一方で、例えば、乗員数や積載量の差異によって、車体に発生した実ピッチ角が目標ピッチ角に比して常に小さい状況が発生し得る。この場合、実ロール角の減少に伴って目標ピッチ角と実ピッチ角とはともに減少する傾向にあるにもかかわらず、目標ピッチ角に近づけるために実ピッチ角を一旦増加させてその後減少させることが必要となる。そして、この場合には、ショックアブソーバの減衰力を変更制御するとき、実ピッチ角を増加させることと減少させることとを満足する必要がある、特に減衰力をパッシブに制御する方式を採用したショックアブソーバにおいては現実的ではない。また、ショックアブソーバの減衰力を変更制御して実ピッチ角を増加させることと減少させることとを満足させることができたとしても、この場合には上述したロールとピッチの発生タイミングにおける位相特性が悪化する可能性が高く、車両旋回時における良好な操縦安定性を確保できない場合がある。

30

40

【0010】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、車両旋回時における実特性を考慮した目標特性に基づいて姿勢変化の挙動を制御することができる車両の減衰力制御装置を提供することにある。

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の特徴は、車体と車輪との間に配設されるショックアブソーバの減衰力を変更制御する車両の減衰力制御装置において、車両の旋回に伴って変化する所定の物理量を検出する物理量検出手段と、前記車体の左右方向に発生した実ロール角と前記車体の前後方向に発生した実ピッチ角とを検出する姿勢状態量検出手段と、前記車体に発生したロール挙動を制御するためのロール角とピッチ角との間の関係を表す

50

目標特性であってロール角の変化に対してピッチ角が二次関数に従って変化する目標特性を前記姿勢状態量検出手段によって検出された前記実ロール角および前記実ピッチ角によって表わされる車両の実特性に応じて変更する目標特性可変係数を計算する目標特性可変係数計算手段と、前記目標特性可変係数計算手段によって計算された前記目標特性可変係数を用いて、前記目標特性を変更する目標特性変更手段と、前記目標特性変更手段によって変更された前記目標特性に基づいて、車両の前輪側に配設される左右のショックアブソーバおよび車両の後輪側に配設される左右のショックアブソーバが協働して発生すべき総減衰力を計算する総減衰力計算手段と、前記総減衰力計算手段によって計算された総減衰力を前記物理量検出手段によって検出された所定の物理量に応じて旋回内側に配設されるショックアブソーバと旋回外側に配設されるショックアブソーバとに分配する総減衰力分配手段と、前記総減衰力分配手段によって分配された前記旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力および前記旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力に基づいて、各ショックアブソーバの減衰力を変更制御する減衰力制御手段とを備えたことにある。

10

## 【 0 0 1 2 】

この場合、前記物理量検出手段が検出する所定の物理量は、例えば、車両の旋回に伴って発生する横加速度、車両の旋回に伴って発生するヨーレートおよび運転者によって操作される操舵ハンドルの操作量のうちの少なくとも一つであるとよい。また、前記ショックアブソーバは、例えば、電氣的に作動制御されて同ショックアブソーバの減衰力を変更するための電気アクチュエータを備えており、前記減衰力制御手段は、前記電気アクチュエータを電氣的に作動制御することにより、各ショックアブソーバの減衰力を変更制御するとよい。

20

## 【 0 0 1 3 】

また、この場合、前記総減衰力計算手段は、前記目標特性変更手段によって変更された前記目標特性に基づいて前記姿勢状態量検出手段によって検出された実ロール角に対する目標ピッチ角を決定するとともに、同決定した目標ピッチ角と前記姿勢状態量検出手段によって検出された実ピッチ角との間の差分値を演算し、前記実ロール角と前記ピッチ角との間の位相差を同期させて前記車体に発生するロール挙動を制御するために、前記前輪側に配設される左右のショックアブソーバおよび前記後輪側に配設される左右のショックアブソーバが協働して発生すべき総減衰力であって、前記演算した差分値が略「0」となる総減衰力を計算するとよい。

30

## 【 0 0 1 4 】

これらによれば、例えば、車体に発生する実ロール角と実ピッチ角との間の位相差を同期させて車両が旋回するときに発生するロール挙動を制御するための目標特性を旋回状態にある車両の実特性に応じて計算した目標特性可変係数を用いて変更し、同変更した目標特性に基づいて車両の前輪側に配設される左右のショックアブソーバおよび車両の後輪側に配設される左右のショックアブソーバが協働して発生すべき総減衰力を計算することができる。そして、車両の旋回に関連して変化する所定の物理量（横加速度、ヨーレート、操舵ハンドルの操作量など）の大きさに応じて総減衰力を分配して各ショックアブソーバの減衰力を制御することができる。

40

## 【 0 0 1 5 】

より具体的に説明すると、目標特性可変係数計算手段は、姿勢状態量検出手段によって検出された実ロール角および実ピッチ角によって表わされる実特性に応じて（反映して）、ロール角の変化に対してピッチ角が二次関数に従って変化する目標特性を変更するための目標特性可変係数を計算することができる。そして、目標特性変更手段は、計算された目標特性可変係数を用いて目標特性を変更することができる。これにより、車両の旋回に伴って発生する実特性を反映して目標特性を適切に変更することができる。

## 【 0 0 1 6 】

そして、総減衰力計算手段は、変更された目標特性に基づき、前後左右に配設される各ショックアブソーバが協働して発生すべき総減衰力を計算することができる。この場合、

50

総減衰力計算手段は、変更された目標特性に基づき、実ロール角に対する目標ピッチ角を決定し、この目標ピッチ角と実ピッチ角との間の差分値が略「0」となる総減衰力を計算することができる。そして、総減衰力分配手段は、この総減衰力を、所定の物理量に応じて、旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力と旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力とに分配することができる。

【0017】

このように、総減衰力分配手段が総減衰力を旋回内側のショックアブソーバの減衰力と旋回外側のショックアブソーバの減衰力に分配すると、減衰力制御手段は、各ショックアブソーバに設けられた電気アクチュエータを電氣的に制御することができる。これにより、旋回内側に配設されたショックアブソーバおよび旋回外側に配設されたショックアブソーバが、それぞれ、決定された減衰力を発生することができる。

10

【0018】

これにより、実ロール角が増大する状況においては、実ピッチ角に比して目標ピッチ角を大きく設定することができる。したがって、実ロール角の増大に伴って増加する目標ピッチ角の変化傾向（より前傾姿勢となる傾向）に合わせて実ピッチ角が変化するように、言い換えれば、実ロール角の増大に伴って実ピッチ角が目標ピッチ角に向けて大きくなるように、例えば、前輪側に配設されたショックアブソーバの減衰力を相対的に低下させて変更することができる。一方、実ロール角が減少する状況においては、実ピッチ角に比して目標ピッチ角を小さく設定することができる。したがって、実ロール角の減少に伴って減少する目標ピッチ角の変化傾向（水平姿勢に戻る傾向）に合わせて実ピッチ角が変化するように、言い換えれば、実ロール角の減少に伴って実ピッチ角が目標ピッチ角に向けて小さくなるように、例えば、前輪側に配設されたショックアブソーバの減衰力を相対的に増加させて変更することができる。

20

【0019】

これにより、現実的な変更制御によってショックアブソーバの減衰力を変更することができ、実ピッチ角を目標ピッチ角に向けて確実に変化させることができる。また、実ロール角の変化に対する目標ピッチ角の変化傾向に合わせて実ピッチ角を変化させることができるため、ロールとピッチの発生タイミングにおける位相差を小さくことができ、車両旋回時における良好な操縦安定性を良好に確保することができる。

【0020】

また、本発明の他の特徴は、前記目標特性可変係数計算手段が、前記姿勢状態量検出手段によって検出された前記実ロール角および前記実ピッチ角のうち、現在の車両の旋回における最大の実ロール角および最大の実ピッチ角を用いて前記目標特性可変係数を計算するとよい。より具体的には、前記車体に発生する前後方向の加速度を検出する前後加速度検出手段と、前記車体に発生する前後方向の加速度と予め定めた関係にあって、前記車体に発生する実ピッチ角のうち、車両が制動または駆動されることによって発生する前記車体の前後方向における制駆動ピッチ角を、前記前後加速度手段によって検出された前記車体の前後方向の加速度を用いて決定する制駆動ピッチ角決定手段と、前記制駆動ピッチ角決定手段によって決定された前記制駆動ピッチ角を前記姿勢状態量検出手段によって検出された実ピッチ角から減算して、前記車体に発生する実ピッチ角のうち、車両が旋回することによって発生する前記車体の前後方向における旋回ピッチ角を計算する旋回ピッチ角計算手段とを備え、前記目標特性可変係数計算手段は、前記旋回ピッチ角計算手段によって計算された前記旋回ピッチ角のうち、現在の車両の旋回における最大の旋回ピッチ角を用いて前記目標特性可変係数を計算するとよい。

30

40

【0021】

これらによれば、目標特性可変係数計算手段は、姿勢状態量検出手段によって検出された実ロール角と実ピッチ角のうち、現在の車両の旋回において最大となる実ロール角と実ピッチ角とを用いて、具体的には、二次関数に従って変化する目標特性を決定するピッチ角とロール角の座標上において、最大となる実ロール角と実ピッチ角とによって定まる点を目標特性が通過するように目標特性可変係数を計算することができる。これにより、現

50

在の車両の旋回状態における実特性をより正確に反映して目標特性可変係数を計算することができ、目標特性を変更することができる。

【0022】

さらに、目標特性可変係数計算手段が用いる最大の実ピッチ角に関しては、制駆動ピッチ角決定手段が前後加速度検出手段によって検出された前後加速度を用いて制駆動ピッチ角を決定し、旋回ピッチ角計算手段によって実ピッチ角から制駆動ピッチ角を減じて計算される旋回ピッチ角のうちの最大の旋回ピッチ角を用いることができる。これにより、車両の制駆動に伴う車体の実ピッチ角の変化を排除して、言い換えれば、旋回に伴って発生している実ピッチ角のみを考慮して目標特性可変係数を計算することができる。したがって、現在の車両の旋回状態における実特性を極めて正確に反映して目標特性可変係数を計算することができ、旋回状態における制駆動がロール挙動に対する制御に与える影響を確実に防止することができる。また、旋回状態における実特性を極めて正確に反映した目標特性可変係数が計算できるため、この目標特性可変係数を順次学習（更新）することによって、より適切な目標特性を設定することができる。

10

【0023】

また、本発明の他の特徴は、前記目標特性可変係数計算手段が、前記物理量検出手段によって検出された前記所定の物理量が予め設定された所定の値以上であるときに、前記目標特性可変係数を計算することにもある。これによれば、ロール挙動の発生に関連して検出される所定の物理量（横加速度、ヨーレート、操舵ハンドルの操作量など）の大きさが予め設定された所定の値以上であるときに、目標特性可変係数計算手段が目標特性可変係数を計算することができる。このため、例えば、車両ごとや乗員数、積載量の差異によって変化する実ロール角の大きさに基づいて目標特性可変係数を計算するか否かを判定する場合に比して、より適切に目標特性可変係数を計算するか否かを判別することができる。また、所定の物理量が所定の値以上であるときに目標特性可変係数を計算することにより、例えば、車体に発生したロール挙動が小さくて検出値を表す信号のSN比が小さいときに、すなわち、信号中のノイズの強度が大きいときに、目標特性可変係数計算手段が目標特性可変係数を計算することを防止することができる。これにより、不正確な目標特性可変係数が計算されることを防止することもできる。

20

【0024】

また、本発明の他の特徴は、車両を旋回させるための運転者による操舵操作によって発生する前記車体の左右方向におけるロール角を推定して計算するロール角推定手段と、前記車体に発生する上下方向の加速度を検出する上下加速度検出手段とを備え、前記目標特性可変係数計算手段は、前記ロール角推定手段によって前記推定されたロール角と前記姿勢状態量検出手段によって検出された前記実ロール角との差分値の絶対値が予め設定された所定の値以上であるとき、または、前記上下加速度検出手段によって検出された前記前記車体の上下方向の加速度の絶対値が予め設定された所定の値以上であるときに、前記目標特性可変係数を計算しないことにもある。

30

【0025】

これによれば、例えば、路面からの上下方向の入力に伴って発生するロール挙動に対する制御を適切に排除し、車両の旋回に伴ってロール挙動が発生したときに、目標特性可変係数計算手段は目標特性可変係数を計算することができる。これにより、目標特性可変係数計算手段が無駄なロール挙動の影響を加味した目標特性可変係数を計算することを防止することができるため、適切な目標特性可変係数を順次学習（更新）することによって、より適切な目標特性を設定することができる。

40

【0026】

また、本発明の他の特徴は、車両が走行を開始して、前記姿勢状態量検出手段によって検出される前記実ロール角および前記実ピッチ角が変化しやすい状況であるか否かを判定する実特性変化判定手段を備え、前記目標特性変更手段は、前記実特性変化判定手段によって前記車両の実特性が変化しやすい状況であると判定されると、前記目標特性可変係数計算手段によって計算された前記目標特性可変係数を用いて、前記目標特性を変更する頻

50

度を高めることにもある。この場合、前記実特性変化判定手段は、車両のイグニッションスイッチがオン状態とされた後の経過時間が予め設定された所定の経過時間以下のとき、車両のトランクリッドが開閉操作された後に前記目標特性変更手段によって未だ前記目標特性が変更されていないとき、または、車両の乗降ドアが開閉操作された後に前記目標特性変更手段によって未だ前記目標特性が変更されていないときに前記実ロール角および前記実ピッチ角が変化しやすい状況であると判定するとよい。

【0027】

これらによれば、イグニッションスイッチがオン状態とされてから所定の経過時間が経過していない状況、トランクリッドが開閉操作されて積載量が増加する可能性が高い状況、または、乗降ドアが開閉操作されて乗員数が増加する可能性が高い状況など、実ロール角および実ピッチ角によって表わされる実特性が変化しやすい状況では、目標特性の変更頻度を高めることができる。これにより、例えば、実特性が変化した場合であっても、この変化した実特性（実ロール角と実ピッチ角）に応じた目標特性可変係数を繰り返し変更することができるため、変化した実特性を良好に反映した目標特性に変更することができる。そして、このように、車両の状態に応じて目標特性の変更頻度を高め、計算された目標特性可変係数を順次学習（更新）することによってロバスト性を向上させることができ、より適切な目標特性を設定することができる。

【0028】

また、本発明の他の特徴は、前記総減衰力分配手段は、前記総減衰力計算手段によって計算された総減衰力を、前記物理量検出手段によって検出された所定の物理量に比例して、前記旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力が前記旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるように分配するとよい。この場合、より具体的に、前記総減衰力分配手段は、前記総減衰力計算手段によって計算された総減衰力を前記旋回内側に配設されるショックアブソーバと前記旋回外側に配設されるショックアブソーバとに均等に分配するとともに、前記物理量検出手段によって検出された所定の物理量と比例関係にある減衰力分配量を、前記旋回内側に配設されるショックアブソーバに加算する一方、前記旋回外側に配設されるショックアブソーバから減算し、前記旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力が前記旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるように分配するとよい。

【0029】

これらによれば、ロール挙動を制御するために必要な総減衰力を、所定の物理量の大きさに比例して、旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力が旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるように分配することができる。このとき、所定の物理量の大きさに比例する分配量を計算し、同計算した分配量を、総減衰力が均等に分配された旋回内側に配設されるショックアブソーバに対して加算し、旋回外側に配設されるショックアブソーバから減算することによって、旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力を旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力よりも大きくすることができる。

【0030】

これにより、極めて厳密に旋回内側に配設されるショックアブソーバと旋回外側に配設されるショックアブソーバとが発生すべき減衰力を決定することができる。また、所定の物理量に比例する分配量を加減算することにより、例えば、ロール挙動を制御するために前輪側に配設される左右のアブソーバが要求される総減衰力を発生しつつ、旋回内側に配設されるショックアブソーバの減衰力が旋回外側に配設されるショックアブソーバの減衰力よりも大きくなる状態を維持することができる。したがって、車両旋回時における姿勢変化の挙動を一定とすることにより、ロール挙動をより正確に制御することができ、車両の操縦安定性を大幅に向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明の実施形態に係る車両の減衰力制御装置について、図面を用いて詳細に説

10

20

30

40

50

明する。図1は、本発明の実施形態に係る車両の減衰力制御装置10の構成を概略的に示している。この車両の減衰力制御装置10は、車体と車両の各輪すなわち左右前後輪とをそれぞれ連結するショックアブソーバ11a, 11b, 11c, 11dを備えている。

【0032】

ショックアブソーバ11a, 11b, 11c, 11dは、それぞれ、例えば、作動流体（油や高圧ガスなど）の流路を無段階に変更する電気アクチュエータとしてのロータリーバルブ12a, 12b, 12c, 12dを備えている。なお、詳細な説明は省略するが、各ロータリーバルブ12a, 12b, 12c, 12dは、図示しない電気駆動手段（例えば、電気モータやソレノイドなど）を備えている。そして、各ロータリーバルブ12a, 12b, 12c, 12dは、サスペンション制御ユニット13（以下、単にサスペンションECU13という）によって電氣的に制御されることによって作動流体の流路を変更し、その結果、各ショックアブソーバ11a, 11b, 11c, 11dの減衰力特性が無段階に変更されるようになっている。

10

【0033】

サスペンションECU13は、CPU、ROM、RAM、タイマなどを主要構成部品とするマイクロコンピュータである。そして、サスペンションECU13は、後述するロール制御プログラムを含む各種プログラムを実行することにより、ショックアブソーバ11a, 11b, 11c, 11dの減衰力を適宜変更して制御する。

【0034】

このように、プログラムの実行によってショックアブソーバ11a, 11b, 11c, 11dの減衰力を制御するために、サスペンションECU13の入力側には、図2に示すように、横加速度センサ14a、前後加速度センサ14b、上下加速度センサ14c、車速センサ15、操舵角センサ16、姿勢状態量検出手段を形成するロールレートセンサ17およびピッチレートセンサ18が接続されている。

20

【0035】

横加速度センサ14aは、車両の旋回に伴って変化する所定の物理量としての車体の左右方向に発生する横加速度G<sub>I</sub>を検出し、同検出した横加速度G<sub>I</sub>をサスペンションECU13に出力するようになっている。前後加速度センサ14bは、車体の前後方向に発生する前後加速度G<sub>c</sub>を検出し、同検出した前後加速度G<sub>c</sub>をサスペンションECU13に出力するようになっている。上下加速度センサ14cは、車体の上下方向に発生する上下加速度G<sub>v</sub>を検出し、同検出した上下加速度G<sub>v</sub>をサスペンションECU13に出力するようになっている。車速センサ15は、車両の車速Vを検出し、同検出した車速VをサスペンションECU13に出力するようになっている。操舵角センサ16は、図示しない操舵ハンドルの回動操作量を操舵角として検出し、同検出した操舵角をサスペンションECU13に出力するようになっている。ロールレートセンサ17は、車体のロール挙動に伴って発生するロール角速度を検出し、同検出したロール角速度をサスペンションECU13に出力するようになっている。ピッチレートセンサ18は、車体のピッチ挙動に伴って発生するピッチ角速度を検出し、同検出したピッチ角速度をサスペンションECU13に出力するようになっている。

30

【0036】

ここで、横加速度センサ14a、前後加速度センサ14b、上下加速度センサ14c、操舵角センサ16、ロールレートセンサ17およびピッチレートセンサ18によって検出される各検出値は、一般的には正負の符号付きの値として取り扱われる。しかし、以下の説明において、正負の符号を考慮して説明すると、その表現が煩雑となるため、特に限定がない場合には各検出値を絶対値として取り扱うものとする。

40

【0037】

また、ロールレートセンサ17およびピッチレートセンサ18によって検出されるロール角速度およびピッチ角速度に関し、車両の挙動に基づいて直接的にロール角速度およびピッチ角速度を検出することに代えて、例えば、車両がショックアブソーバ11a, 11b, 11c, 11dの各ストローク量を検出する図示しないストロークセンサを

50

備えている場合には、このストロークセンサによって検出された各ストローク量を用いてロール角速度 およびピッチ角速度 を計算するように実施してもよい。あるいは、横加速度センサ14a、前後加速度センサ14bおよび上下加速度センサ14cによって検出された横加速度G<sub>l</sub>、前後加速度G<sub>c</sub>および上下横加速度G<sub>v</sub>を用いてロール角速度 およびピッチ角速度 を計算するように実施してもよい。

【0038】

一方、サスペンションECU13の出力側には、図2に示すように、各ロータリーバルブ12a、12b、12c、12dの作動を制御するための駆動回路19a、19b、19c、19dが接続されている。この構成により、サスペンションECU13は、ショックアブソーバ11a、11b、11c、11dにおけるそれぞれの減衰力特性を制御でき

10

【0039】

次に、上記のように構成した車両の減衰力制御装置10の作動を詳細に説明する。

【0040】

運転者によって図示しないイグニッションスイッチがオン状態とされると、サスペンションECU13は、図示省略の所定の初期化プログラムを実行し、その後、図3に示すロール制御プログラムを予め設定された短時間ごとに繰り返し実行する。すなわち、サスペンションECU13は、ロール制御プログラムをステップS10にて開始し、続くステップS11にて、現在、後述するロール制御（より具体的にはショックアブソーバ11a、11b、11c、11dの減衰力制御）が実行中であるか否かを判定する。そして、サスペンションECU13は、今回のステップS11の実行時点においてロール制御を実行していなければ「No」と判定してステップS12に進む。なお、サスペンションECU13は、ステップS11の判定処理においては、後述する場合を除き、例えば、検出横加速度G<sub>l</sub>や検出操舵角 が変化しているときに、ロール制御が実行中であると判定し、ステップS14以降の各ステップ処理を実行するようになっている。

20

【0041】

ステップS12においては、サスペンションECU13は、後に詳述する目標特性可変係数aの変更を許可する変更許可フラグFRG\_Aの設定値を、目標特性可変係数aの変更（計算）を許可することを表す「1」に設定しているか否かを判定する。すなわち、サスペンションECU13は、変更許可フラグFRG\_Aの設定値を、目標特性可変係数aの変更を許可しないことを表す「0」に設定していれば、「No」と判定してふたたびステップS11に戻る。一方、変更許可フラグFRG\_Aの設定値を「1」に設定していれば、サスペンションECU13は「Yes」と判定してステップS13に進む。

30

【0042】

ステップS13においては、サスペンションECU13は、現在、車体に発生しているロール挙動およびピッチ挙動、より具体的には実ロール角 と実ピッチ角 によって表わされる車両の実特性に対応する新たな目標特性可変係数a（以下、この新たな目標特性可変係数aを目標特性可変係数a<sub>new</sub>という）を計算する。以下、この目標特性可変係数a<sub>new</sub>の計算について詳細に説明する。

【0043】

一般的に、車両旋回時における操縦安定性を向上させるためには、旋回状態にある車体を前傾姿勢に保ちつつ、車体に発生するロール挙動とピッチ挙動の発生タイミングを同期させることが有効であるといわれている。すなわち、旋回状態において、操縦安定性に優れた車両ではロール挙動とピッチ挙動がほぼ同時に車体に発生する傾向にあり、操縦安定性に劣る車両ではロール挙動とピッチ挙動が時間差を有して車体に発生する傾向にある。このことは、旋回状態で操縦安定性に優れた車両ほど、車体に発生する実ロール角 と実ピッチ角 との位相差がより小さいともいえる。

40

【0044】

すなわち、操縦安定性に優れた車両においては、実ピッチ角 が実ロール角 の変化に対して極めて小さなヒステリシスを有する位相特性になるといえる。一方、操縦安定性に

50

劣る車両においては、実ピッチ角 が実ロール角 の変化に対して大きなヒステリシスを有する位相特性となる。ところで、旋回状態にある車両は、通常、旋回外側のパネ上（すなわち車体）を沈み込ませることによってロール挙動に伴う実ロール角 を発生させて走行する。したがって、この発生する実ロール角 の変化に対して良好な操縦安定性を得るためには、実ピッチ角 を制御することが有効となる。

【 0 0 4 5 】

このように、ロール角 の変化に対してピッチ角 を制御して車両の操縦安定性を向上させるにあたっては、図 4 に示すように、二次関数によって表されるロール角 とピッチ角 との間の相関関係を目標特性として採用し、旋回状態にある車体に発生した実ロール角 に対して、実ピッチ角 をこの目標特性における目標ピッチ角  $h$  に一致させる（近づける）ことができれば、良好な操縦安定性を確保することができる。ところが、車体に発生する実ロール角 と実ピッチ角 とは、例えば、乗員数や積載量の違いなどによって、同一の車両が同様に旋回する場合であっても異なる場合がある。

10

【 0 0 4 6 】

この場合、目標特性を変更不可に予め設定している場合には、目標特性と、実ロール角 および実ピッチ角 とによって表わされる車両の実特性とが離れてしまい、実ピッチ角 を目標ピッチ角  $h$  まで変化させるときの制御追従性を確保できなくなる場合がある。このことを具体的に図 5 を用いて説明すると、今、実線で示す目標特性に対して、破線で示すように実ロール角 が増大するときの実特性が下回っている状態を想定すると、操縦安定性を確保する観点から、実ピッチ角 を大きくして目標特性における目標ピッチ角  $h$  に近づけることが必要となる。

20

【 0 0 4 7 】

この場合の変化特性は、図 5 から明らかなように、目標特性における目標ピッチ角  $h$  および実特性における実ピッチ角 が実ロール角 の増大に伴ってともに増大する傾向、言い換えれば、車体がより前傾姿勢となる傾向にあるため、目標ピッチ角  $h$  に近づけるように実ピッチ角 を変化させることは可能となる。すなわち、この場合には、サスペンション ECU 13 が、例えば、前輪側の左右ショックアブソーバ 11 a, 11 b の減衰力を低下させて制御することによって、実ピッチ角 を目標ピッチ角  $h$  に近づけるように制御することは可能である。また、この場合、旋回状態における車体の姿勢変化としては自然であり、運転者は車体の姿勢変化に対して違和感を覚えない。

30

【 0 0 4 8 】

ところが、図 5 にて一点鎖線で示すように、実ロール角 が減少するときの実特性が目標特性に対して下回っている状態を想定すると、この場合にも、操縦安定性を確保する観点から実ピッチ角 を大きくして目標特性における目標ピッチ角  $h$  に近づけることが必要となる。しかし、この場合の変化傾向は、目標特性における目標ピッチ角  $h$  が実ロール角 の減少に伴って一様に減少する傾向、言い換えれば、車体が前傾姿勢から水平姿勢に戻る傾向であるのに対して、実ピッチ角 は実ロール角 の減少に伴って目標ピッチ角  $h$  に向けて一旦増大した後一様に減少する傾向、言い換えれば、車体がより大きく前傾姿勢となってから水平姿勢に戻るようになる。この場合、旋回状態における車体の姿勢変化としては不自然であり、運転者は車体の姿勢変化に対して違和感を覚える。

40

【 0 0 4 9 】

また、実ロール角 の変化に対して実特性における実ピッチ角 が予め設定された目標特性における目標ピッチ角  $h$  に対して常に下回る状況では、実ロール角 の増大または減少に伴って実ピッチ角 を目標ピッチ角  $h$  に近づけるように変化させることはできるものの、実ロール角 と実ピッチ角 との間の位相差が大きくなる場合がある。その結果、良好な操縦安定性が確保できない可能性がある。

【 0 0 5 0 】

このため、サスペンション ECU 13 は、現在の旋回状態における実特性（実ロール角 と実ピッチ角 ）を考慮し、二次関数によって表わされる目標特性を変更するための目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算する。すなわち、サスペンション ECU 13 は、図 6 に示す

50

ように、実ロール角  $\theta_{roll}$  が増大する状況で実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  を大きくして目標ピッチ角  $\theta_{pitch\_target}$  に近づけることができるとともに実ロール角  $\theta_{roll}$  が減少する状況で実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  を小さくして目標ピッチ角  $\theta_{pitch\_target}$  に近づけることができるように、目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算する。

【0051】

具体的には、サスペンション ECU 13 は、ロールレートセンサ 17 によって検出された実ロール角速度  $\dot{\theta}_{roll}$  を入力するとともにピッチレートセンサ 18 によって検出された実ピッチ角速度  $\dot{\theta}_{pitch}$  を入力する。続いて、サスペンション ECU 13 は、入力した実ロール角速度  $\dot{\theta}_{roll}$  を時間積分して実ロール角  $\theta_{roll}$  を計算するとともに、入力した実ピッチ角速度  $\dot{\theta}_{pitch}$  を時間積分して実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  を計算する。そして、サスペンション ECU 13 は、後述するように、今回の旋回状態における実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  のうち、左右前輪が転舵することによって発生する旋回ピッチ角  $\theta_{pitch\_roll}$  の最大値である最大旋回ピッチ角  $\theta_{pitch\_roll\_max}$  と、実ロール角  $\theta_{roll}$  の最大値である最大実ロール角  $\theta_{roll\_max}$  とを用いた下記式 1 に従って目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算する。

$$a_{new} = \theta_{pitch\_roll\_max} / (\theta_{roll\_max})^2 \quad \dots \text{式 1}$$

そして、サスペンション ECU 13 は、目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算すると、ステップ S 11 に戻る。なお、後述するように、サスペンション ECU 13 は、目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算した後にステップ S 11 を実行するときには、ロール制御が実行中であると判定する。

【0052】

一方、サスペンション ECU 13 は、ステップ S 11 にて、現在、ロール制御を実行していれば、「Yes」と判定してステップ S 14 に進む。

【0053】

ステップ S 14 においては、サスペンション ECU 13 は、横加速度センサ 14 a によって検出された横加速度  $G_l$  の絶対値が基準横加速度  $G_{ls}$  以上であるか否かを判定する。以下、この判定について説明する。上述したように、サスペンション ECU 13 は、前記ステップ S 13 にて、実特性に応じて実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  を目標ピッチ角  $\theta_{pitch\_target}$  に近づけられるように目標特性を変更するための目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算する。これにより、実ロール角  $\theta_{roll}$  の変化に対する実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  の変化傾向と目標ピッチ角  $\theta_{pitch\_target}$  の変化傾向とを一致（フィッティング）させることができる。

【0054】

ところで、前記式 1 によれば、目標特性可変係数  $a_{new}$  は、実ロール角  $\theta_{roll}$  の最大値と実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  の最大値（より詳しくは最大旋回ピッチ角  $\theta_{pitch\_roll\_max}$ ）とを用いて計算される。この場合、車体に発生した実ロール角  $\theta_{roll}$  および実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  が非常に小さい状態、言い換えれば、ロールレートセンサ 17 およびピッチレートセンサ 18 によって検出されるロール角速度  $\dot{\theta}_{roll}$  およびピッチ角速度  $\dot{\theta}_{pitch}$  が非常に小さい状態では、これらセンサ 17, 18 からサスペンション ECU 13 に出力される信号の信号強度（所謂、SN比）が小さくなる場合がある。すなわち、この場合には、サスペンション ECU 13 に出力される信号はノイズの強度が大きいため、実ロール角  $\theta_{roll}$  および実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  を正確に計算することが困難となる。その結果、前記式 1 に従って正確な目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算できず、実ロール角  $\theta_{roll}$  の変化に対する実ピッチ角  $\theta_{pitch}$  の変化傾向と目標ピッチ角  $\theta_{pitch\_target}$  の変化傾向とのフィッティング精度が低下する可能性がある。

【0055】

このことに関し、例えば、サスペンション ECU 13 に出力される信号の SN 比を十分確保できるか否かを判定できる判定ロール角（判定ロール角速度）の大きさを予め実験的に設定しておき、サスペンション ECU 13 が実ロール角（検出ロール角速度）の大きさが判定ロール角（判定ロール角速度）の大きさに比して大きいか否かを判定することも可能である。しかしながら、実ロール角（検出ロール角速度）は、上述したように、同一の車両が同様に旋回する場合であっても異なる場合があるため、実ロール角（検出ロール角速度）に基づいて SN 比の大きさを判定することは正確性に欠く可能性がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

このため、サスペンション ECU 13 は、車両の状態変化によらずに車体にロール挙動を発生させる要因となる物理量として横加速度 G1 の大きさ（絶対値）を用い、この横加速度 G1 の絶対値と、S/N 比が大きくなるように予め設定された基準横加速度 G1s とを比較する。すなわち、サスペンション ECU 13 は、横加速度センサ 14 a によって検出された横加速度 G1 を入力し、この横加速度 G1 の絶対値が基準横加速度 G1s 以上であれば、ロールレートセンサ 17 およびピッチレートセンサ 18 によって出力される信号の S/N 比が大きいため、「Yes」と判定してステップ 15 に進む。これにより、より正確な実ロール角の最大値と実ピッチ角の最大値（より詳しくは最大旋回ピッチ角  $\theta_{fy\_max}$ ）とを用いて、目標特性可変係数  $a\_new$  を計算することができる。

10

【 0 0 5 7 】

一方、検出横加速度 G1 の絶対値が基準横加速度 G1s 未満であれば、ロールレートセンサ 17 およびピッチレートセンサ 18 によって出力される信号の S/N 比が小さいため、サスペンション ECU 13 は「No」と判定してステップ 20 に進む。この場合は、ノイズの強度が大きく、正確な実ロール角の最大値と実ピッチ角の最大値（より詳しくは最大旋回ピッチ角  $\theta_{fy\_max}$ ）を用いることができないため、サスペンション ECU 13 は、後述するように、現在設定している目標特性可変係数  $a$  を変更せずに目標特性を変更しない。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 15 においては、運転者による操舵ハンドルの操舵操作によってバネ上である車体にロール挙動が発生しているか否かを判定する。すなわち、サスペンション ECU 13 は、判定条件 A) 操舵操作に伴って発生する推定ロール角  $e$  と実ロール角  $\theta$  との差分値（絶対値）が基準ロール角差分値  $s$  未満のとき、または、判定条件 B) 車体の上下加速度  $Gv$  の入力信号の中周波成分（例えば、ロール共振周波数近傍）の絶対値が基準上下加速度  $Gvs$  未満のときに、操舵操作によって車体にロール挙動が発生していると判定する。

20

【 0 0 5 9 】

具体的に説明すると、サスペンション ECU 13 は、操舵操作によって発生する推定ロール角  $e$  を計算するにあたり、まず、操舵角センサ 16 によって検出された操舵ハンドルの操舵角  $\delta$  に基づいて操舵操作によって発生する横加速度  $G1e$  を下記式 2 に従って計算する。

30

$$G1e = (1 / (1 + A \cdot V^2)) \cdot (V^2 \cdot (\delta / (n \cdot L))) \quad \dots \text{式 2}$$

ただし、前記式 2 中の A はスタビリティファクタ、V は車速センサ 15 によって検出された車速、n はステアリングギア比、L は車両のホイールベースを表す。

【 0 0 6 0 】

次に、サスペンション ECU 13 は、前記式 2 に従って計算した横加速度  $G1e$  を用い、車体に発生するロール挙動（ローリング運動）を表す下記式 3 の運動方程式に基づいて導出される下記式 4 に示す推定ロール角  $e$  の伝達関数を計算する。

$$I \cdot d^2 \theta / dt^2 + C \cdot d \theta / dt + R \cdot \theta = M \cdot h \cdot G1e + M \cdot g \cdot h \cdot \dots \text{式 3}$$

$$(s) / G1e(s) = (M \cdot h) / (I \cdot s^2 + C \cdot s + R - M \cdot g \cdot h) \quad \dots \text{式 4}$$

40

ただし、前記式 3, 4 中の  $\theta$  は車体のロール角、I はバネ上（車体）の慣性モーメント、C は減衰係数、R はロール剛性、M はバネ上（車体）の質量、h はロールセンタとバネ上（車体）の重心との間の距離、g は重力加速度を表す。また、前記式 4 中の s はラプラス演算子を表す。

【 0 0 6 1 】

そして、サスペンション ECU 13 は、前記式 4 の伝達関数に基づいて推定ロール角  $e$  を計算するとともにロールレートセンサ 17 によって検出されたロール角速度  $\dot{\theta}$  を時間積分して計算した実ロール角  $\theta$  を計算する。これにより、サスペンション ECU 13 は、推定ロール角  $e$  と実ロール角  $\theta$  との差分値（絶対値）が基準ロール角差分値  $s$  未満であるか否かを判定する。

50

## 【 0 0 6 2 】

また、サスペンション ECU 13 は、上下加速度センサ 14 c によって検出されて出力される上下加速度  $G_v$  を入力する。そして、入力した上下加速度  $G_v$  の入力信号の中周波成分の絶対値が基準上下加速度  $G_{vs}$  未満であるか否かを判定する。

## 【 0 0 6 3 】

すなわち、サスペンション ECU 13 は、ステップ S 15 にて、判定条件 A ) が成立し、かつ、判定条件 B ) が成立する状況では、車体のロール挙動（ローリング運動）が操舵ハンドルの操舵操作によって発生しているため、「Yes」と判定してステップ S 16 に進む。一方、サスペンション ECU 13 は、判定条件 A ) および判定条件 B ) の一方のみが成立する状況または判定条件 A ) および判定条件 B ) の両方が成立しない状況では、車体のロール挙動（ローリング運動）が操舵ハンドルの操舵操作による以外に路面からの入力によっても発生しているため、「No」と判定してステップ S 20 に進む。すなわち、この場合には、サスペンション ECU 13 は、後述するように、現在設定している目標特性可変係数  $a$  を変更せずに目標特性を変更しない。

## 【 0 0 6 4 】

ステップ S 16 においては、サスペンション ECU 13 は、旋回状態において車両を制動または駆動（以下、制駆動という）したときに発生する車体のピッチ角すなわち制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  を決定する。具体的に説明すると、旋回状態において運転者が車両を制駆動させるためにブレーキ操作やアクセル操作した場合には、前後加速度  $G_c$  が発生し、この前後加速度  $G_c$  の影響によって一般的に実ピッチ角  $\theta_{fx}$  は大きくなったり小さくなったりする。すなわち、この場合には、左右前輪が転舵することによって発生する旋回ピッチ角  $\theta_{fy}$  に車両を制駆動することによって発生する制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  が加算されて実ピッチ角  $\theta_{fx}$  が変化する。

## 【 0 0 6 5 】

このため、サスペンション ECU 13 は、前後加速度  $G_c$  に対する制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  の関係を予め実験的に決定した図 7 に示すマップを参照して制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  を決定する。すなわち、サスペンション ECU 13 は、前後加速度センサ 14 b によって検出された前後加速度  $G_c$  を入力し、この入力した前後加速度  $G_c$  に対応する制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  を決定してステップ S 17 に進む。

## 【 0 0 6 6 】

ステップ S 17 においては、サスペンション ECU 13 は、現在、車体に発生している実ピッチ角  $\theta_{fx}$  のうち、旋回ピッチ角  $\theta_{fy}$  を計算する。上述したように、旋回状態において車両を制駆動すると、制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  が加算されて実ピッチ角  $\theta_{fx}$  が変化する。ここで、制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  は、車両を制駆動したときのみ発生するものである。このため、例えば、前記式 1 において制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  が加算された実ピッチ角  $\theta_{fx}$  を用いて目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算した場合には、制駆動の有無により、目標特性可変係数  $a_{new}$  の値が変化するようになる。すなわち、制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  を加味して目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算した場合には、実ロール角  $\theta_{roll}$  の変化に対する実ピッチ角  $\theta_{fx}$  の変化傾向と目標ピッチ角  $\theta_{fx}$  の変化傾向とを一致（フィティング）させる精度が悪化する。このことに基づき、上述したように、前記式 1 においては、左右前輪が転舵することによって発生する旋回ピッチ角  $\theta_{fy}$ （より詳しくは最大旋回ピッチ角  $\theta_{fy\_max}$ ）のみを用いて目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算するようになっている。

## 【 0 0 6 7 】

したがって、サスペンション ECU 13 は、前記式 1 に従ってより正確な目標特性可変係数  $a_{new}$  を計算するために、このステップ S 17 にて、実ピッチ角  $\theta_{fx}$  から制駆動ピッチ角  $\theta_{fx}$  を除くことによって旋回ピッチ角  $\theta_{fy}$  を計算する。すなわち、サスペンション ECU 13 は、下記式 5 に従って旋回ピッチ角  $\theta_{fy}$  を計算する。

$$\theta_{fy} = \theta_{fx} - \theta_{fx} \quad \dots \text{式 5}$$

そして、サスペンション ECU 13 は、旋回ピッチ角  $\theta_{fy}$  を計算すると、ステップ S 18 に進む。

## 【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 8 においては、サスペンション E C U 1 3 は、現在の旋回状態における実ロール角 の最大値である最大実ロール角  $\_max$  と前記ステップ S 1 7 にて計算した旋回ピッチ角  $\_fy$  の最大値である最大旋回ピッチ角  $\_fy\_max$  とを保持 (ラッチ) する。すなわち、サスペンション E C U 1 3 は、旋回状態において時々刻々と変化する実ロール角 と旋回ピッチ角  $\_fy$  とを順次、例えば、R A M 内の所定記憶位置に記憶し、この順次記憶した実ロール角 と旋回ピッチ角  $\_fy$  のうち、最大実ロール角  $\_max$  と最大旋回ピッチ角  $\_fy\_max$  とをラッチして最終的に記憶する。そして、サスペンション E C U 1 3 は、図 6 に示したように、このラッチした最大実ロール角  $\_max$  と最大旋回ピッチ角  $\_fy\_max$  とによって定まる点を目標特性が通過するように、すなわち、前記式 1 に従うことにより、次回以降に実行する前記ステップ S 1 3 にて目標特性可変係数  $a\_new$  を計算する。このように、最大実ロール角  $\_max$  と最大旋回ピッチ角  $\_fy\_max$  とをラッチして最終的に記憶すると、サスペンション E C U 1 3 はステップ S 1 9 に進む。

10

## 【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 9 においては、サスペンション E C U 1 3 は、変更許可フラグ FRG\_A の設定値を、変更を許可しない「 0 」から変更を許可する「 1 」に設定する。すなわち、このステップ S 1 9 を実行する状況は、現在、車両が旋回状態にあってロール制御を実行しており (ステップ S 1 1 にて「 Y e s 」判定)、ステップ S 1 4 およびステップ S 1 5 における判定条件が成立して「 Y e s 」と判定している状況である。さらに、これらステップ S 1 4 およびステップ S 1 5 における「 Y e s 」判定に基づき、ステップ S 1 6 ~ ステップ S 1 8 を実行して最大実ロール角  $\_max$  と最大旋回ピッチ角  $\_fy\_max$  とをラッチして最終的に記憶している状況である。

20

## 【 0 0 7 0 】

言い換えれば、前回までのロール制御プログラムの実行により計算した目標特性可変係数  $a$  を用いて変更した目標特性に基づいてショックアブソーバ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d の減衰力を適切に制御している状態から、新たに前記ステップ S 1 3 にて計算した目標特性可変係数  $a\_new$  を用いて変更した新たな目標特性に基づいてショックアブソーバ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d の減衰力を制御する状態に移行できる状況となっている。したがって、サスペンション E C U 1 3 は、目標特性を変更するために変更許可フラグ FRG\_A の設定値を「 0 」に代えて「 1 」に設定し、ステップ S 2 0 に進む。

30

## 【 0 0 7 1 】

ステップ S 2 0 においては、サスペンション E C U 1 3 は、前記ステップ S 1 4 またはステップ S 1 5 の判定処理において判定条件が成立しておらず「 N o 」と判定した場合には、前回までのロール制御プログラムの実行により、前記ステップ S 1 3 にて計算した目標特性可変係数  $a\_new$  に設定した目標特性可変係数  $a$  を変更することなく維持する。一方、前記ステップ S 1 9 にて変更許可フラグ FRG\_A の設定値が「 0 」から「 1 」に変更された場合には、サスペンション E C U 1 3 は、次回以降のステップ S 2 0 の実行において目標特性可変係数  $a$  を新たに計算した目標特性可変係数  $a\_new$  に変更する。なお、イグニッションスイッチがオン状態とされた後、前記ステップ S 1 4 またはステップ S 1 5 の判定処理において「 N o 」と判定して最初にステップ S 2 0 の処理が実行するときには、サスペンション E C U 1 3 は、目標特性可変係数  $a$  を、例えば、R O M 内に予め記憶されている初期値に設定するようになっている。

40

## 【 0 0 7 2 】

ここで、目標特性可変係数  $a$  を目標特性可変係数  $a\_new$  に変更する場合、サスペンション E C U 1 3 は、車両の姿勢状態量 (実ロール角 と実ピッチ角 ) の変化に対応して、目標特性可変係数  $a$  の更新頻度 (学習特性) を適宜変更する。具体的に説明すると、サスペンション E C U 1 3 は、車両の姿勢状態量の大幅な変化が予測されるとき、詳しくは、条件 a ) イグニッションスイッチがオン状態とされてから所定時間が経過するまで、条件 b ) トランクリッドの開閉操作後に目標特性可変係数  $a$  が最初に更新されるまで、条件 c ) 乗降ドアの開閉操作後に目標特性可変係数  $a$  が最初に更新されるまでのときは、目標特性

50

可変係数 $a_{new}$ の計算頻度を高くして目標特性可変係数 $a$ の更新頻度を高く（言い換えれば、学習する速度を大きく）する。

【0073】

具体的には、条件 a) ~ c) のうちの少なくとも一つが成立する場合には、車両の姿勢状態量が変化する可能性が極めて高くなる。このため、サスペンション ECU 13 は、目標特性可変係数  $a$  の変更許容幅（レートリミッタ）を大きく設定して目標特性可変係数  $a$  の更新頻度を高めたり、目標特性可変係数  $a$  の更新に關与するローパスフィルタ（LPF）の時定数を小さく設定する。これにより、目標特性可変係数  $a$  の更新頻度を高くして（学習速度を大きくして）、目標特性可変係数  $a$  を目標特性可変係数  $a_{new}$  に変更することができる。

10

【0074】

一方、サスペンション ECU 13 は、車両の姿勢状態量の変化が予測されないとき、詳しくは、条件 d) イグニッションスイッチがオン状態とされてから所定時間が経過している、条件 e) トランクリッドの開閉操作後に目標特性可変係数  $a$  が更新された、条件 f) 乗降ドアの開閉操作後に目標特性可変係数  $a$  が更新されたときは、目標特性可変係数  $a_{new}$  の計算頻度を低くして目標特性可変係数  $a$  を学習する速度を小さくする。すなわち、条件 d) ~ f) が全て成立する場合には、車両の姿勢状態量の変化が小さく、すでに目標特性可変係数  $a$  の更新（学習）がある程度できている。このため、サスペンション ECU 13 は、目標特性可変係数  $a$  の変更許容幅（レートリミッタ）を小さく設定して目標特性可変係数  $a$  の更新頻度を低くしたり、目標特性可変係数  $a$  の更新に關与するローパスフィルタ（LPF）の時定数を大きく設定する。これにより、目標特性可変係数  $a$  の更新頻度を低くして（学習速度を低くして）、目標特性可変係数  $a$  を目標特性可変係数  $a_{new}$  に変更することができる。

20

【0075】

このように、車両の姿勢状態量変化に対応して、目標特性可変係数  $a$  の更新頻度（学習特性）を適宜変更することにより、目標特性可変係数  $a$  の更新に關するロバスト性を良好に確保することができる。そして、サスペンション ECU 13 は、ステップ S 20 にて、目標特性可変係数  $a$  を目標特性可変係数  $a_{new}$  に変更すると、変更許可フラグ FRG\_A の設定値を「1」から「0」に戻してステップ S 21 に進む。

【0076】

ステップ S 21 においては、サスペンション ECU 13 は、前記ステップ S 20 にて設定した目標特性可変係数  $a$  によって適宜変更した目標特性に基づいてショックアブソーバ 11a, 11b, 11c, 11d の減衰力を制御する減衰力制御ルーチンを実行する。以下、この減衰力制御ルーチンを説明する。

30

【0077】

サスペンション ECU 13 は、図 8 に示す減衰力制御ルーチンの実行をステップ S 100 にて開始する。そして、サスペンション ECU 13 は、続くステップ S 101 において、前記ステップ S 20 にて設定した目標特性可変係数  $a$ （目標特性可変係数  $a_{new}$ ）を用いた下記式 6 によって表わされる目標特性に基づいて、目標ピッチ角  $h$  を計算する。

$$h = a \cdot \quad \dots \text{式 6}$$

40

ただし、前記式 6 中の  $\quad$  は、ロールレートセンサ 17 によって検出されたロール角速度を時間積分して計算した実ロール角を表す。そして、サスペンション ECU 13 は、目標ピッチ角  $h$  を計算すると、ステップ S 102 に進む。

【0078】

ステップ S 102 においては、サスペンション ECU 13 は、前記ステップ S 101 にて計算した目標ピッチ角  $h$  と実ピッチ角  $\quad$  との差分値  $\quad$  を下記式 7 に従って計算する。

$$\quad = h - \quad \dots \text{式 7}$$

ただし、前記式 7 中の  $\quad$  は、ピッチレートセンサ 18 によって検出されたピッチ角速度を時間積分して計算した実ピッチ角を表す。そして、サスペンション ECU 13 は、差分

50

値 を計算すると、ステップS 1 0 3に進む。

【 0 0 7 9 】

ステップS 1 0 3においては、サスペンションECU 1 3は、前記ステップS 1 0 3にて計算した差分値 を「0」とするために必要となる前輪側の左右ショックアブソーバ1 1 a , 1 1 bおよび後輪側の左右ショックアブソーバ1 1 c , 1 1 dに対する総減衰力としての総要求減衰力Fを計算する。以下、この総要求減衰力Fの計算について説明するが、この計算に関しては、周知の種々の方法を採用することができるため、その詳細な説明を省略し、例示的に簡単に説明する。

【 0 0 8 0 】

車体に発生する実ピッチ角 を目標ピッチ角 hまで変化させるために必要な総要求減衰力Fは、ピッチモーメントPmを用いて計算することができる。すなわち、ピッチモーメントPmは、下記式8により計算することができる。

$$P_m = I \cdot (\quad)' + C \cdot (\quad)' + K \cdot (\quad) \quad \dots \text{式 8}$$

ただし、前記式8中のIは慣性モーメント、Cは減衰係数、Kはバネ定数を表す。また、前記式8中の は前記ステップS 1 0 2にて計算した差分値、( )'は差分値 の2階微分値、( )'は差分値 の微分値を表す。

【 0 0 8 1 】

そして、総要求減衰力Fは、前記式8によって表わされる車体前後方向のピッチモーメントPmを車両のホイールベースLで除算することによって計算することができる。すなわち、総要求減衰力Fは、下記式9に従って計算することができる。

$$F = P_m / L \quad \dots \text{式 9}$$

このように、総要求減衰力Fを計算すると、サスペンションECU 1 3は、ステップS 1 0 4に進む。

【 0 0 8 2 】

ステップS 1 0 4においては、サスペンションECU 1 3は、前記ステップS 1 0 3にて計算した総要求減衰力Fを前輪側の左右ショックアブソーバ1 1 a , 1 1 b間および後輪側の左右ショックアブソーバ1 1 c , 1 1 d間で分配するための分配計算を実行する。なお、以下の説明においては、前輪側と後輪側とで同様に計算することができるため、前輪側の左右ショックアブソーバ1 1 a , 1 1 bを代表して説明するものとし、また、車両が左旋回している場合を挙げて説明する。

【 0 0 8 3 】

総要求減衰力Fを左右のショックアブソーバ1 1 a , 1 1 bに分配するにあたり、サスペンションECU 1 3は、旋回状態にある車体に発生した横加速度G1の大きさに比例する分配量Xを用いる。具体的に説明すると、今、車両の前輪側に対して総要求減衰力Fが要求される状況を想定すると、まず、各ショックアブソーバ1 1 a , 1 1 bには、総要求減衰力Fが均等に分配される。

【 0 0 8 4 】

そして、サスペンションECU 1 3は、各ショックアブソーバ1 1 a , 1 1 bに均等に分配した要求減衰力(F/2)に対して、分配量Xを加算する。このとき、サスペンションECU 1 3は、横加速度センサ1 4 aから入力した検出横加速度G1の発生方向(この場合は左方向)に基づき、旋回内側に対応するショックアブソーバ1 1 aの要求減衰力(F/2)に対して、正の分配量Xを加算する。一方、サスペンションECU 1 3は、旋回外側に対応するショックアブソーバ1 1 bの要求減衰力(F/2)に対して、負の分配量Xを加算する。

【 0 0 8 5 】

すなわち、旋回内側に対応するショックアブソーバ1 1 aに要求される減衰力Fiと旋回外側に対応するショックアブソーバ1 1 bに要求される減衰力Foは、下記式1 0 , 1 1で表わされる。

$$F_i = (F/2) + X \quad \dots \text{式 1 0}$$

$$F_o = (F/2) - X \quad \dots \text{式 1 1}$$

10

20

30

40

50

ここで、上述したように、分配量Xは、横加速度GIの大きさに比例するため、下記式 1 2 により表すことができる。

$$X = \frac{F}{2} \cdot (1 + |GI| \cdot J) \quad \dots \text{式 1 2}$$

ただし、前記式 1 2 における J は、横加速度GIの大きさに比例して変化する変数であり、下記式 1 3 により表される。

$$J = (1 + |GI| \cdot J) \quad \dots \text{式 1 3}$$

なお、前記式 1 3 中のJは、サスペンション ECU 1 3 によるロール制御に関し、例えば、運転者によって選択される乗り心地優先制御やスポーツ走行優先制御などにより変化し得る正の変数である。

#### 【 0 0 8 6 】

ところで、前記式 1 0 ~ 1 3 の関係に基づけば、旋回内側のショックアブソーバ 1 1 a に要求される減衰力Fiは常に正の値となり、旋回外側のショックアブソーバ 1 1 b に要求される減衰力Foは常に負の値となる関係が成立する。また、旋回内側のショックアブソーバ 1 1 a に対する要求減衰力Fiと旋回外側のショックアブソーバ 1 1 b に対する要求減衰力Foとを互いに加算すると、前輪側に要求される総要求減衰力Fとなる。このように、旋回内側と旋回外側とに対して総要求減衰力Fを分配することにより、車体に適切な実ロール角  $\theta$  を生じさせることができるとともに実ピッチ角  $\phi$  を目標ピッチ角  $\phi_h$  まで確実に変化させることができる。

#### 【 0 0 8 7 】

そして、車両の旋回内側に対応するショックアブソーバ 1 1 a (ショックアブソーバ 1 1 c) に要求減衰力Fiを分配し、旋回外側に対応するショックアブソーバ 1 1 b (ショックアブソーバ 1 1 d) に要求減衰力Foを分配すると、サスペンション ECU 1 3 は、ステップ S 1 0 5 に進む。

#### 【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 0 5 においては、サスペンション ECU 1 3 は、旋回内側に対応するショックアブソーバ 1 1 a , 1 1 c が前記ステップ S 1 0 4 にて決定した要求減衰力Fiを発生するように、また、旋回外側に対応するショックアブソーバ 1 1 b , 1 1 d が前記ステップ S 1 0 4 にて決定した要求減衰力Foを発生するように、駆動回路 1 9 a , 1 9 b , 1 9 c , 1 9 d を駆動制御する。これにより、ショックアブソーバ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d のロータリーバルブ 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d がそれぞれ作動流体の流路を変更する。したがって、ショックアブソーバ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d が発生する減衰力が、車両の旋回方向に応じて、それぞれ要求減衰力Fiまたは要求減衰力Foと一致するようになる。

#### 【 0 0 8 9 】

このように、サスペンション ECU 1 3 は、ショックアブソーバ 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d の減衰力を適宜変更すると、ステップ S 1 0 6 に進み、減衰力制御ルーチンの実行を終了し、ロール制御プログラムに戻る。そして、サスペンション ECU 1 3 は、ロール制御プログラムのステップ S 1 1 以降をふたたび実行する。

#### 【 0 0 9 0 】

ここで、サスペンション ECU 1 3 は、上述した減衰力制御ルーチンの実行後にステップ S 1 1 の判定処理を実行するにあたり、以下のように判定する。まず、サスペンション ECU 1 3 は、前記ステップ S 1 4 またはステップ S 1 5 の判定処理において「No」と判定した場合、言い換えれば、前記ステップ S 1 9 にて変更許可フラグFRG\_Aの設定値を変更していない場合には、現在設定している目標特性可変係数 a を変更する必要がないため、ロール制御が実行中であると判定する。すなわち、この場合には、サスペンション ECU 1 3 は、ステップ S 1 1 にて「Yes」と判定してステップ S 1 4 以降の各ステップ処理を実行する。

#### 【 0 0 9 1 】

一方、サスペンション ECU 1 3 は、前記ステップ S 1 4 およびステップ S 1 5 の判定処理において「Yes」と判定した場合、言い換えれば、前記ステップ S 1 9 にて変更許

10

20

30

40

50

可フラグFRG\_Aの設定値を「1」に変更した場合には、目標特性可変係数 $a_{new}$ を新たに計算して現在設定している目標特性可変係数 $a$ を変更する必要がある。このため、サスペンションECU13は、減衰力制御ルーチンの実行によって設定したショックアブソーバ11a, 11b, 11c, 11dの減衰力を維持した状態で、ロール制御の実行を一旦中断する。これにより、サスペンションECU13は、ステップS11にて「No」と判定してステップS12に進み、前記ステップS19の変更処理に基づく「Yes」判定によってステップS13にて目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算する。そして、サスペンションECU13は、次回実行するステップS11にてロール制御の実行を再開することにより「Yes」と判定し、ステップS14以降の各ステップ処理を実行する。

#### 【0092】

以上の説明からも理解できるように、この第1実施形態によれば、サスペンションECU13は、前記ステップS19にて変更許可フラグFRG\_Aの設定値を「0」から「1」に変更することによって前記ステップS13にて前記式1に従って目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算し、ステップS20にて目標特性可変係数 $a$ を目標特性可変係数 $a_{new}$ に設定することによって目標特性を変更することができる。これにより、実ロール角  $\theta$  が増大する状況においては、実ピッチ角  $\gamma$  に比して目標ピッチ角  $h$  を大きくなるように目標特性を設定することができる。したがって、実ロール角  $\theta$  の増大に伴って増加する目標ピッチ角  $h$  の変化傾向に合わせて実ピッチ角  $\gamma$  が変化するように、言い換えれば、実ロール角  $\theta$  の増大に伴って実ピッチ角  $\gamma$  が目標ピッチ角  $h$  に向けて大きくなるように、旋回内側のショックアブソーバの減衰力 $F_i$ と旋回外側のショックアブソーバの減衰力 $F_o$ を相対的に低下させて変更することができる。

#### 【0093】

一方、実ロール角  $\theta$  が減少する状況においては、実ピッチ角  $\gamma$  に比して目標ピッチ角  $h$  を小さくなるように目標特性を設定することができる。したがって、実ロール角  $\theta$  の減少に伴って減少する目標ピッチ角  $h$  の変化傾向に合わせて実ピッチ角  $\gamma$  が変化するように、言い換えれば、実ロール角  $\theta$  の減少に伴って実ピッチ角  $\gamma$  が目標ピッチ角  $h$  に向けて小さくなるように、旋回内側のショックアブソーバの減衰力 $F_i$ と旋回外側のショックアブソーバの減衰力 $F_o$ を相対的に増加させて変更することができる。

#### 【0094】

これにより、現実的な変更制御によってショックアブソーバ11a, 11b, 11c, 11dの減衰力 $F_i, F_o$ を制御することができ、実ピッチ角  $\gamma$  を目標ピッチ角  $h$  に向けて確実に変化させることができる。また、実ロール角  $\theta$  の変化に対する目標ピッチ角  $h$  の変化傾向に合わせて実ピッチ角  $\gamma$  を変化させることができるため、ロールとピッチの発生タイミングにおける位相差を小さくすることができ、車両旋回時における良好な操縦安定性を良好に確保することができる。

#### 【0095】

また、サスペンションECU13は、前記式1に従って目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算するにあたり、最大旋回ピッチ角  $\gamma_{fy\_max}$ を用いることができる。これにより、現在の車両の旋回状態における実特性を極めて正確に反映して目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算することができ、例えば、旋回状態における制駆動に伴って発生する制駆動ピッチ角  $\gamma_{fx}$  が姿勢変化に与える影響を確実に防止することができる。また、旋回状態における実特性を極めて正確に反映した目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算できるため、この目標特性可変係数 $a_{new}$ を順次学習(更新)することによってより適切な目標特性を設定することができる。

#### 【0096】

また、前記ステップS14の判定処理を実行することによって、より適切に目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算するか否かを判別することができる。すなわち、検出横加速度 $G_l$ が基準横加速度 $G_{ls}$ 以上であるときに前記ステップS19にて変更許可フラグFRG\_Aの設定値を「0」から「1」に変更し、ステップS13にて目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算することができる。これにより、不正確な目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算することを防止すること

10

20

30

40

50

もできる。

【0097】

また、前記ステップS15にて、上述した判定条件A)および判定条件B)の一方または両方が成立しない場合には、例えば、路面からの上下方向の入力に伴って発生する無駄なロール挙動が発生している可能性が高い。このため、サスペンションECU13は、前記ステップS19を実行することなく、ステップS13にて目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算しない。これにより、無駄なロール挙動の影響を適切に排除し、車両の旋回に伴ってロール挙動が発生したときの目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算することができる。したがって、目標特性可変係数を順次学習(更新)することによってより適切な目標特性を設定することができる。

10

【0098】

また、前記ステップS20にて、上述した条件a)~条件c)が成立するとき、すなわち、実ロール角 および実ピッチ角 によって表わされる実特性が変化しやすい状況では、目標特性可変係数 $a_{new}$ の更新(変更)頻度、言い換えれば、目標特性の更新(変更)頻度を高めることができる。これにより、実特性が変化した場合であっても、この変化した実特性(実ロール角 と実ピッチ角 )に応じた目標特性を繰り返し更新(変更)することができるため、変化した実特性を良好に反映した目標特性に変更することができる。そして、この目標特性の更新(変更)頻度を高めて計算した目標特性可変係数 $a_{new}$ 順次学習(更新)することによってロバスト性を向上させることができ、より適切な目標特性を設定することができる。

20

【0099】

本発明の実施にあたっては、上記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて、種々の変更が可能である。

【0100】

例えば、上記実施形態においては、ロール制御プログラムにおいて、サスペンションECU13が、ステップS14にて判定条件の成立により「Yes」と判定し、かつ、ステップS15にて判定条件A)および判定条件A)の判定条件の成立により「Yes」と判定するときに、ステップS16~ステップS19を実行するように実施した。しかしながら、ステップS14およびステップS15のうち的一方のみを判定処理し、この判定処理により判定条件が成立するときにステップS16~ステップS19を実行するように実施することも可能である。この場合であっても、上記実施形態と同様の効果が期待できる。

30

【0101】

また、この場合、サスペンションECU13がステップS14の判定処理のみを実行する場合において、例えば、上述した条件a)イグニッションスイッチがオン状態とされてから所定時間が経過するまで、条件b)トランクリッドの開閉操作後に目標特性可変係数 $a$ が最初に更新されるまで、および、条件c)乗降ドアの開閉操作後に目標特性可変係数 $a$ が最初に更新されるまでのうちの少なくとも一つの条件が成立する場合には、基準横加速度 $Gls$ を小さく設定して実施することも可能である。これにより、サスペンションECU13は、ステップS14にて「Yes」と判定する頻度が増加してステップS19における変更許可フラグFRG\_Aの変更頻度が増加し、その結果、ステップS13における目標特性可変係数 $a_{new}$ の計算頻度を増加させることができる。したがって、この場合には、ステップS20における目標特性可変係数 $a$ の変更頻度、言い換えれば、目標特性の変更頻度を増加させることができるという効果も期待できる。

40

【0102】

また、サスペンションECU13がステップS15の判定処理のみを実行する場合においても、例えば、上述した条件a)~条件c)のうちの一つが成立する場合には、基準ロール角  $s$ および基準上下加速度 $Gvs$ をとともに大きく設定して実施することも可能である。これにより、サスペンションECU13は、ステップS15にて「Yes」と判定する頻度が増加してステップS19における変更許可フラグFRG\_Aの変更頻度が増加し、その結果、ステップS13における目標特性可変係数 $a_{new}$ の計算頻度を増加させる

50

ことができる。したがって、この場合にも、ステップS 2 0における目標特性可変係数aの変更頻度、言い換えれば、目標特性の変更頻度が増加させることができるという効果も期待できる。

【0103】

また、上記実施形態においては、減衰力制御ルーチンを実行して、サスペンションECU 1 3が物理量検出手段としての横加速度センサ1 4 aによって検出された横加速度GIに応じて、各ショックアブソーバ1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 dの要求減衰力 $F_i$ ,  $F_o$ を決定して減衰力を制御するように実施した。これに対して、例えば、車両に発生するヨーレートの大きさに基づいて、前記ステップS 1 4の判定処理および減衰力制御ルーチンを実行することも可能である。この場合には、発生したヨーレートを検出し、同検出したヨーレートをサスペンションECU 1 3に出力するヨーレートセンサを設けるとよい。

10

【0104】

このように、車両に発生するヨーレートを用いる場合であっても、ロール制御プログラムにおいて、サスペンションECU 1 3がステップS 1 4にてヨーレートセンサによって出力される信号のSN比が大きいか否かを判定することができて、より正確な目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算する、言い換えれば、フィッティング精度を良好に確保することができる。また、減衰力制御ルーチンにおいて、サスペンションECU 1 3がヨーレートの絶対値の大きさに比例する変数  $X$  を用いて分配量 $X$ を計算することができる。そして、サスペンションECU 1 3が旋回内側に対応するショックアブソーバの要求減衰力 $F_i$ および旋回外側に対応するショックアブソーバの要求減衰力 $F_o$ を計算することにより、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

20

【0105】

また、例えば、操舵角センサ1 6によって検出される操舵角  $\delta$  の大きさに基づいて、前記ステップS 1 4の判定処理および減衰力制御ルーチンを実行することも可能である。このように、操舵ハンドルの操作に起因する操舵角  $\delta$  を用いる場合であっても、ロール制御プログラムにおいて、サスペンションECU 1 3がステップS 1 4にて操舵角センサ1 6によって出力される信号のSN比が大きいか否かを判定することができて、より正確な目標特性可変係数 $a_{new}$ を計算する、言い換えれば、フィッティング精度を良好に確保することができる。また、減衰力制御ルーチンにおいて、サスペンションECU 1 3が操舵角  $\delta$  の絶対値の大きさに比例する変数  $X$  を用いて分配量 $X$ を計算することができる。そして、サスペンションECU 1 3が旋回内側に対応するショックアブソーバの要求減衰力 $F_i$ および旋回外側に対応するショックアブソーバの要求減衰力 $F_o$ を計算することにより、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

30

【0106】

さらに、上記実施形態においては、ロールレートセンサ1 7がロール角速度  $\dot{\theta}_r$  を検出し、ピッチレートセンサ1 8がピッチ角速度  $\dot{\theta}_p$  を検出し、サスペンションECU 1 3がこれら検出されたロール角速度  $\dot{\theta}_r$  およびピッチ角速度  $\dot{\theta}_p$  を時間積分して実ロール角  $\theta_r$  と実ピッチ角  $\theta_p$  とを計算するように実施した。この場合、車体に発生したロール角とピッチ角とを直接検出するセンサを設けて実施可能であることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

40

【0107】

【図1】本発明の実施形態における車両の減衰力制御装置の構成を示す概略図である。

【図2】図1のサスペンションECUと各種センサおよび駆動回路との接続状態を説明するための図である。

【図3】図1のサスペンションECUによって実行されるロール制御プログラムのフローチャートである。

【図4】ロール角とピッチ角とによって表される目標特性を示すグラフである。

【図5】目標特性と実特性の関係を説明するためのグラフである。

【図6】目標特性可変係数を用いて変更した目標特性と実特性との関係を説明するためのグラフである。

50

【図7】前後加速度と制駆動ピッチ角との関係を示すグラフである。

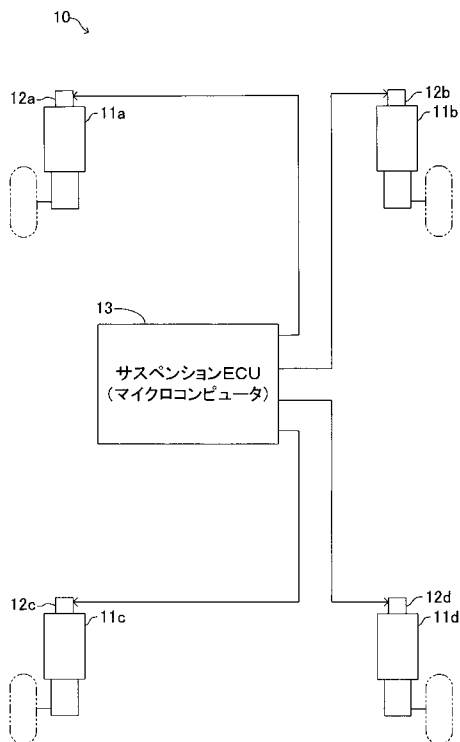
【図8】図1のサスペンションECUによって実行される減衰力制御ルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

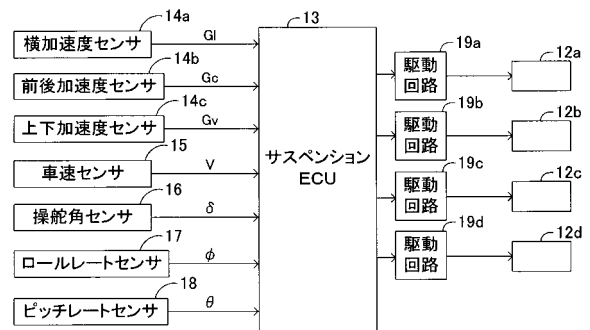
【0108】

10...減衰力制御装置、11a, 11b, 11c, 11d...ショックアブソーバ、12a, 12b, 12c, 12d...ロータリーバルブ、13...サスペンションECU、14a...横加速度センサ、14b...前後加速度センサ、14c...上下加速度センサ、15...車速センサ、16...操舵角センサ、17...ロールレートセンサ、18...ピッチレートセンサ、19a, 19b, 19c, 19d...駆動回路

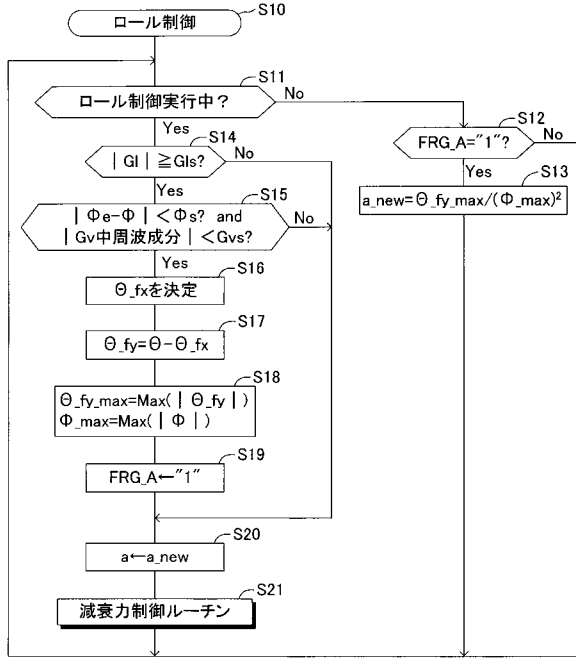
【図1】



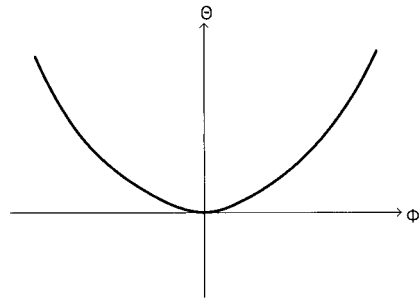
【図2】



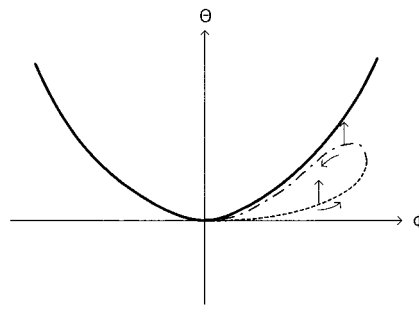
【図3】



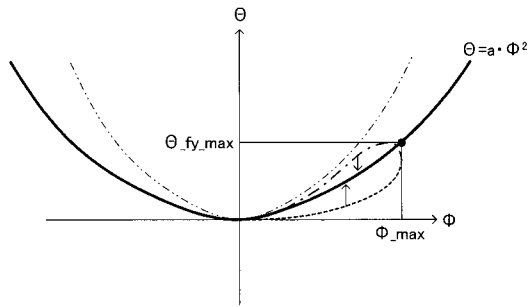
【図4】



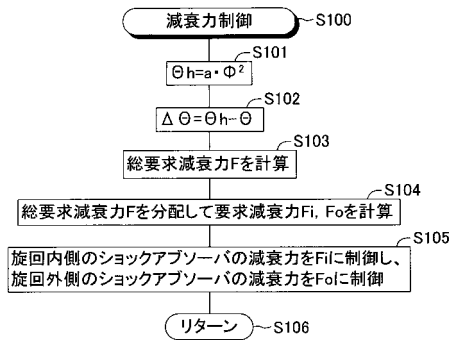
【図5】



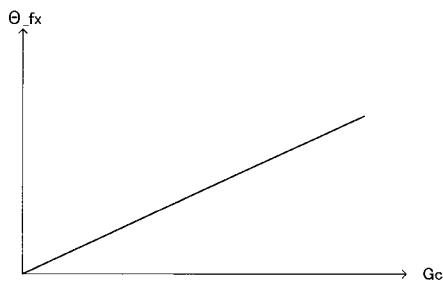
【図6】



【図8】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 田中 亘  
愛知県刈谷市朝日町二丁目1番地 アイシン精機株式会社内

審査官 田々井 正吾

(56)参考文献 特開2007-170590(JP,A)  
特開2007-313951(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B60G 1/00 - 99/00